

“Cuando era joven, sentí un irresistible deseo de conocer la ciencia llamada física. Me parecía extraordinario conocer el porqué de la vida, muerte y existencia de todos los seres. Me esforzaba en examinar si los seres vivos proceden del calor y del frío, después de haber sufrido una corrupción, o si es el aire o el fuego, o ninguno de estos elementos, y es únicamente el cerebro el productor de nuestras sensaciones visuales, auditivas y olfativas. Me preguntaba si de ellas nacen la memoria y las ideas de donde se engendra la ciencia. Investigaba también las causas de la corrupción, llevando mi curiosidad hasta los fenómenos celestes y terrestres, hasta que me di cuenta de lo inepto que resultaba en tales investigaciones. Decidí iniciar otro sistema y emprender nuevas averiguaciones.”

DIALOGOS. Fedón. Platón

Si alguno de vosotros le ha dado vueltas alguna vez a todo lo que se expresa en ese párrafo y aún

no se ha hecho miembro de AESS'estudiants, ¿a qué espera?. Fuera miembro de AESS'estudiants, ¿a qué espera?. Fuera bromas, como el espacio es limitado lo aprovecharé para pedir os disculpas por haber puesto la conferencia del pasado 2 de Marzo en Jueves, pero compromisos de la conferenciante impidieron que se hiciera en miércoles. Gracias a todos los presentes. A los que esteis esperando las próximas sesiones Star Trek no os gustará saber que de momento no podemos hacer uso del material de la UPC para los pases hasta que no dispongamos por escrito del permiso adecuado por parte de quién tiene los derechos de la serie.

A continuación os presentamos un interesante artículo sobre la futura estación espacial que significa un proyecto de cooperación internacional.

No hay espacio para más. Os esperamos a todos el 29 de Marzo en el concurso de robots.

EL NUEVO ESPÍRITU ESPACIAL

Daniel González

La estación espacial americana significa una cooperación internacional. Representa un nuevo espíritu y un mayor grado de colaboración entre las naciones empeñadas en la aventura espacial, colaboración que permitirá crear el laboratorio orbital más sofisticado de la historia. Esta infraestructura constituirá la próxima etapa lógica en la exploración y utilización del espacio por el hombre. Por primera vez ofrecerá un ambiente de trabajo en mangas de camisa que permitirá a las mujeres y a los hombres vivir y trabajar en el espacio permanentemente. La tripulación y los equipos que podrá recibir la estación espacial sobrepasarán todo lo que ha sido realizado antes, ofreciendo la potencia necesaria para trabajos muy diversos. Todos estos elementos servirán de soporte a numerosos objetivos que ninguna instalación ha podido ofrecer hasta el presente. De aquí a fin de siglo, la

estación espacial hará caer las barreras que limitan la duración de las misiones espaciales, también abrirá la vía a una utilización civil sofisticada del espacio para el siglo XXI y más allá.

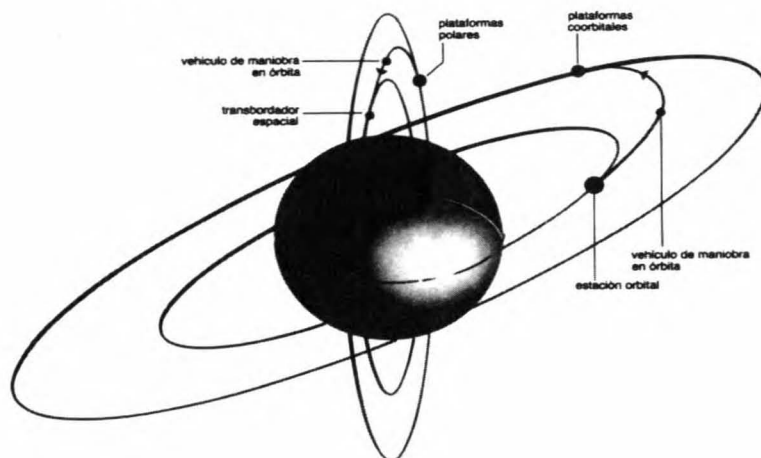
La estación espacial es un programa civil. Sin embargo, el Department of Defense (D.O.D) americano, aunque no ha definido ninguna exigencia con relación a la estación espacial, podrá utilizarla dentro de los términos del tratado sobre el espacio extraatmosférico.

El proyecto de estación espacial se caracteriza a la vez por su espíritu de cooperación para la concepción y la realización, así como por su dimensión de competencia amigable que servirá de catalizador para su utilización, suscitando nuevos descubrimientos e innovaciones. Esta estación aportará resultados científicos y tecnológicos importantes y específicos. Es una iniciativa de investigación y de desarrollo

muy importante, que contribuirá a preservar y a sostener la economía de los países participantes.

La estación espacial ha arrancado: el programa se beneficia del soporte del cuerpo legislativo así como del ejecutivo del gobierno de Estados Unidos; las actividades de estudio y desarrollo progresan; la tecnología se prepara; las necesidades de los usuarios se definen y benefician de los estudios de concepción; las negociaciones internacionales avanzan; la organización interna y las instancias dirigentes maduran y toman adecuadamente el control; los principales aprovisionamientos están en curso de realización, conforme al calendario establecido; finalmente, el equipo de enlace N.A.S.A.-industria trabaja a pleno rendimiento. La estación espacial es una realidad y lo será por largo tiempo.

El programa de la estación espacial fue lanzado en 1984 durante el discurso anual sobre «el estado de la



Unión» del presidente Ronald Reagan. Esta alocución definió claramente las prioridades y constituye un empeño público de primera magnitud en la vida política americana, aunque sufre lógicamente los mismos avatares que ésta y depende de los presupuestos públicos.

Programa y Coste.

La configuración de base de la estación espacial prevé actualmente un uso para múltiples fines. Servirá de laboratorio en el espacio, de observatorio permanente, de instalación de montaje, de laboratorio de fabricación, de unidad de almacén y de estación de servicio, de nudo de transporte y de base relé. Abrirá nuevas posibilidades para las empresas comerciales en el espacio y para los productos fabricados en un ambiente de microgravedad para ser posteriormente utilizados en la Tierra. Se tratará de una estructura evolutiva capaz de desarrollarse y modificarse en función de las necesidades de sus usuarios. Se apoyará en sistemas automáticos o no, así como en nuevas técnicas de automatización y de robótica. La característica más importante será su permanencia, lo que permitirá a los investigadores aprovecharse continuamente de un entorno espacial.

Después de la pérdida del transbordador Challenger, el programa de la estación ha sido revisado en varias

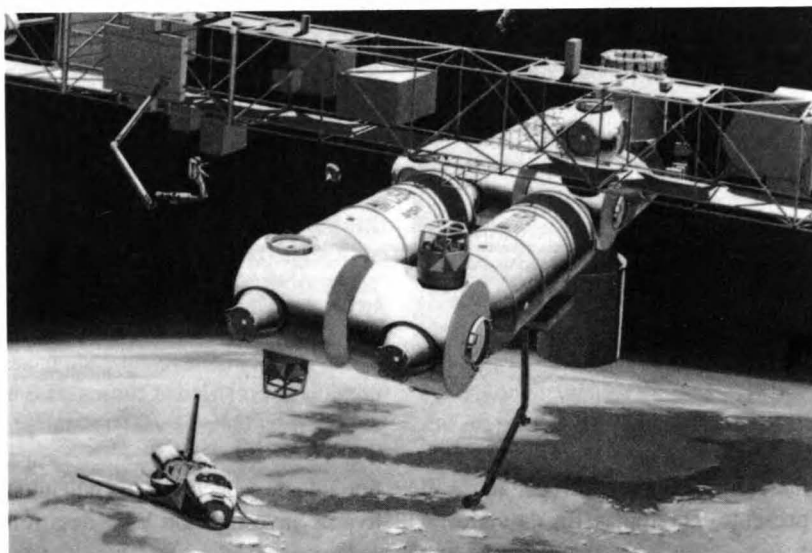
ocasiones, a causa de críticas que vienen de diversos organismos y comisiones. De ello se deriva en beneficio neto. El programa gana en confianza sobre los puntos que son aprobados y además se aseguran las modificaciones indispensables. Estos exámenes críticos, algunos de los cuales están aún en curso, se refieren a la configuración básica, los costes, la gestión interna, la organización y la utilización.

La configuración básica y las secuencias de montaje han sido reevaluadas en detalle y declaradas conforme y con una buena relación coste/eficacia: son estimaciones financieras de las cuales la N.A.S.A. puede fiarse con toda seguridad. Un grupo de trabajo estudia los aspectos

operacionales de la estación realizada para durar muchos años. El comité encargado de los usos científicos, presidido por Peter Banks, propone métodos para asegurar un empleo óptimo de la estación por la comunidad internacional de investigadores e ingenieros.

Desde el nacimiento de esta fase de concepción preliminar de veintinueve meses, los subcontratistas de la N.A.S.A. han pasado a la fase de concepción detallada y de desarrollo del programa: se han lanzado las peticiones de oferta después de un estudio hecho por el Congreso. Este último acordó en el curso del año fiscal 1986-1987 la suma de 355 millones de dólares para la estación espacial. El presupuesto de la N.A.S.A. para 1987 reflejaba el paso del estado de definición al de desarrollo, con un presupuesto de 420 millones de dólares. La petición de la Administración para el año fiscal 1988 fue de 767 millones de dólares y el programa recibió otra aportación de 2000 millones de dólares en 1991.

La configuración básica de la estación espacial ha tenido en cuenta diversas consideraciones. La primera prioridad se ha acordado que sea la seguridad de la tripulación. Así se ha mantenido una configuración de tolerancia de fallos para los sistemas y las funciones vitales; una posibilidad de mantenimiento y de reparación com-



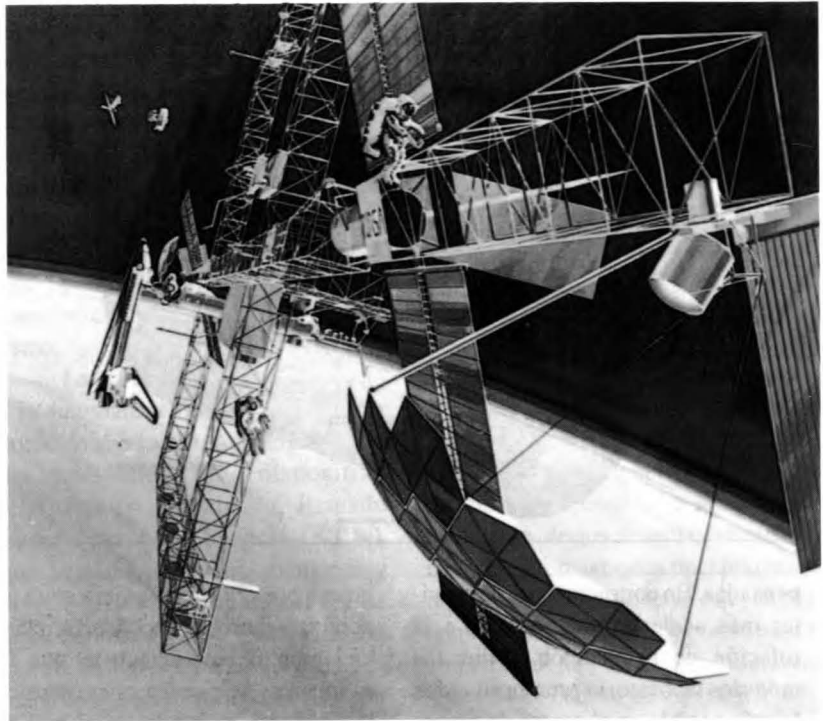
pleta en órbita de los materiales que hayan fallado; la presencia, en caso de peligro imprevisible, de un compartimiento de supervivencia para la tripulación; y finalmente, la posibilidad de integrar a la estación un vehículo de retorno para el personal, denominado el C.E.R.V. (Crew Emergency Return Vehicle), que actualmente está en estudio en la N.A.S.A.

Las otras prioridades están ligadas a la utilización y a la posible evolución de la estación, entendiéndose que se favorece una utilización máxima de la primera fase del programa, conservando siempre un potencial de crecimiento. Por ello, el calendario previsto tiene en cuenta la posibilidad de que sea preliminarmente habitable un año después del primer vuelo de ensamblaje, con 37.5 kW de potencia disponible para los usuarios. Dos años después deberá ser permanentemente habitable y suministrar 75 kW de potencia con los paneles solares. También está en estudio el uso de un lanzador pesado E.L.V. (Expendable Launch Vehicle) dentro de la construcción de la estación espacial, como posible medio de acelerar la fase de ensamblaje y, eventualmente, para reducir los costes.

Concepción de la estación.

La primera fase de la estación prevé para mediados de la década de los 90 una sola viga, que llevaría en su centro un módulo tripulado ocupado permanentemente, tres módulos laboratorio (el americano, el Columbus y el J.E.M. proporcionados por otros países), el módulo logístico y dos plataformas polares asociadas a la estación. La configuración dual keel con las plataformas coorbitales, el taller de mantenimiento y reparación de la estación y el complemento de potencia solar de 50 kW están previstos para el año 2000.

La estructura básica ofrecerá a los eventuales usuarios los medios de evitar las limitaciones orbitales y de microgravedad de la estación misma,

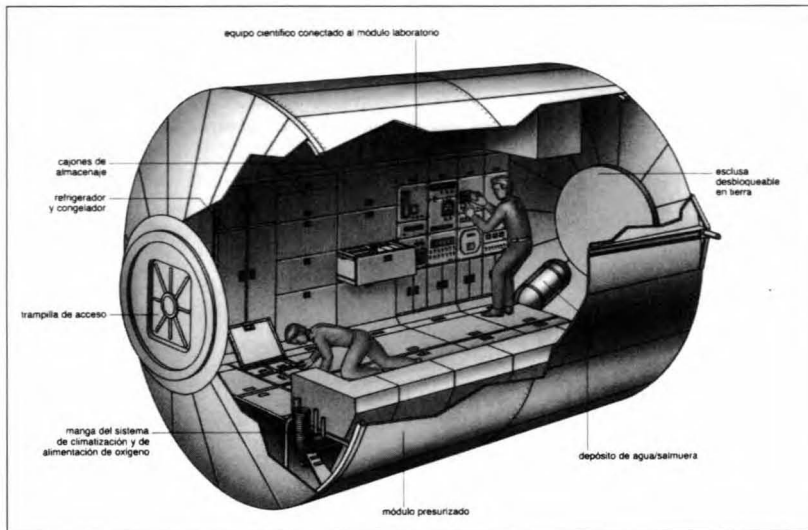


incorporando al proyecto un sistema paralelo de plataformas no tripuladas, coorbitales (que ocupan el mismo plano orbital aunque no necesariamente en las proximidades de la estación) o situadas en órbitas polares. Estas plataformas tendrán una vocación científica, y estarán controladas desde la estación para las plataformas coorbitales, y visitadas por medio de un vehículo especial, el Orbital Maneuvering Vehicle (O.M.V.), que será lanzado por el transbordador por las plataformas polares, o desde la misma estación para las plataformas coorbitales. Las misiones de las plataformas polares estarán dedicadas a las observaciones de la tierra, mientras que sobre la primera plataforma coorbital se instalará un observatorio astrofísico en el campo de los rayos-X (X-Rays Astrophysics Observatory). Una segunda plataforma coorbital llevará el telescopio de infrarrojos.

Estos dos sistemas no necesitarán una presencia humana continua, que correría el riesgo de ser perjudicial creando pequeños movimientos de reacción en la plataforma. Si se tiene en cuenta la orientación del programa

actual, que es civil y principalmente de vocación científica, la estación deberá acoger una tripulación máxima de ocho miembros, que vivirán y trabajarán en cuatro módulos, los equipos de los laboratorios ocuparán 270 m³ asociados a varias cargas útiles exteriores fijadas sobre la estructura. Según la concepción actual, la estación tripulada lleva varios módulos todos ellos ligados entre sí por una red de galerías con sus esclusas para los acoplamientos y salidas al espacio. Estos módulos están dispuestos por pares, uno frente a otro. En su configuración final, el conjunto podrá llevar hasta ocho módulos de esta clase. El objetivo es establecer una aceleración media de menos de una

millonésima de la gravedad terrestre (es lo que se entiende por microgravedad). Sin embargo, a la altitud orbital de la estación, la diferencia en la atracción terrestre (o «gradiente de gravedad») sobre una distancia vertical de solamente 2.5 m ya sobrepasa este valor. Por añadidura, los movimientos de los astronautas imprimirán a la estación aceleraciones aleatorias que deberán ser com-



pensadas. En consecuencia, para evitar más aceleraciones debidas a la rotación de la estación, todos los módulos laboratorio estarán situados lo más posible en el centro de gravedad de la estación.

El módulo dedicado a vivienda llevará instaladas las literas, la cocina, la antecocina, la cámara y otras instalaciones destinadas al ocio o a la protección de la vida.

Los tres módulos laboratorio son de concepción similar, derivados del laboratorio Spacelab: éstos serán de forma cilíndrica con un corredor interior longitudinal y, a cada lado, paneles laterales equipados con diversos sistemas, un techo y un suelo. El techo y el suelo encerrarán y protegerán los subsistemas de servicio, tanto los de energía, como los de mantenimiento, climatización y almacenaje. Los instrumentos, los controles y los materiales de los experimentos (o todo equipo que deba ser corrientemente accesible a los astronautas para el trabajo científico) estarán instalados en los bastidores normalizados que cubrirán los muros laterales. Todo lo que se encuentre en estos bastidores o cajas (sistemas electrónicos, por ejemplo), o detrás del techo o del suelo, estará inmediatamente disponible y desmontable, sea para el mantenimiento o reemplazo, o sea para acceder al casco

grueso posterior. Esta arquitectura general con muros, techo y suelo reviste una gran importancia para que los astronautas se puedan orientar psicológicamente, evitando así el mal del espacio, y puedan organizar de un modo más conveniente su trabajo.

Los cuatro módulos tripulados estarán ligados entre sí por nodos de enlace constituidos por módulos de recursos cilíndricos que encerrarán los instrumentos y los controles que no se refieran a los experimentos científicos, pero sí a los sistemas de gestión de los datos, a las comunicaciones (T.D.R.S.S., Tracking and Data Relay Satellite System), a la energía eléctrica y a la navegación (G.N. & C., Guidance Navigation and Control).

Los diversos sistemas permanentes de generación de energía eléctrica, de comunicaciones y de climatización y de control del ambiente es el de reconstruir las condiciones normales para la vida humana, por lo que se refiere a la temperatura, la presión y la composición de la atmósfera en el interior de los módulos, proporcionar el agua potable y retirar las aguas usadas. La atmósfera estará constituida por oxígeno y nitrógeno, como en la Tierra. El reaprovisionamiento de nitrógeno deberá efectuarse periódicamente desde la Tierra; el aire de los módulos será regenerado, suprimiendo el

óxido de carbono y reponiendo toda pérdida de oxígeno por electrólisis de las aguas usadas. La pérdida de agua que resultará de esta operación será compensada por el agua contenida en los alimentos no deshidratados. Toda el agua, con la excepción de las aguas fecales, será recuperada para evitar una pérdida logística excesiva.

Otros sistemas de sostén y de protección de la vida humana comprenden la gestión de la cadena alimentaria, el amueblamiento, los medios para el ocio, la higiene personal y para la salud, los dispositivos que permitan la movilidad y el frenado de los movimientos, el menaje, la luz y el almacenaje. Está previsto un congelador para ofrecer un menú tan apetitoso como sea posible. Una o probablemente dos literas estarán instaladas en los módulos, esenciales en razón de la duración media de las permanencias individuales (3 meses o más). También se instalarán medios de lavado y secado de las prendas de vestir, para aliviar los impedimentos logísticos globales y para reducir el volumen dedicado al almacén. Con esta misma perspectiva, se equipará el módulo vivienda con un lavavajillas y un compresor de desperdicios. Un vehículo para las actividades extravehiculares (E.V.A.) permitirá a la tripulación trabajar en el exterior del módulo presurizado.

Misiones.

Debido a la débil gravedad, la utilización de los módulos presurizados es importante para llevar adelante las investigaciones sobre las ciencias de la vida. La presencia humana continua y de larga duración en el espacio permitirá hacer investigaciones en biología celular, y contribuirá también al tratamiento y prevención de los desórdenes celulares en el hombre. Los estudios llevados a cabo sobre las consecuencias de una permanencia de larga duración en microgravedad en la estación aportarán una mejor comprensión de los efectos de tales permanencias sobre

la psicología humana, permitiendo encontrar soluciones a la pérdida de calcio u osteoporosis. La resolución de los problemas psicológicos presentados por la permanencia prolongada de seres humanos en microgravedad constituye una etapa esencial hacia una misión tripulada de larga duración con destino a Marte.

Según la opinión de los investigadores y de los expertos, la elaboración de materiales en el espacio está llena de promesas. Será posible fabricar nuevos productos farmacéuticos puros, aleaciones superconductoras y cristales sin defectos. Los investigadores han puesto en evidencia dos hechos esenciales en cuanto al tratamiento de los materiales en el espacio. Primeramente, aún quedan muchas investigaciones por hacer sobre el mecanismo de tratamiento de los materiales en el espacio antes de que los experimentos se puedan automatizar. La segunda evidencia es que existe actualmente una correlación directa entre la calidad de los resultados obtenidos durante el tratamiento de los materiales en el espacio y la presencia humana durante la puesta en marcha de estos experimentos. La estación espacial responde perfectamente del hombre en el espacio extraatmosférico.

La estación espacial dará otras posibilidades que las que puedan dar los simples laboratorios presurizados por las actividades ligadas a las ciencias de la vida y a la producción de materiales. Sus plataformas autónomas mejorarán nuestros conocimientos sobre astronomía y permitirán un estudio realmente completo de la atmósfera terrestre, de los continentes y de los océanos. Finalmente, las quillas superior e inferior del marco de la configuración dual keel, montadas en la segunda fase del programa, ofrecerán puntos de observación preciosos para numerosos telescopios y otros instrumentos que serán expuestos al ambiente espacial.

Los instrumentos científicos, estén instalados en un laboratorio o

sobre una de las quillas de la estación o incluso en el interior de una nave espacial, tienen necesidad de ser mantenidos, reparados, ampliados y reemplazados. La estación espacial llenará todas estas funciones; por ejemplo, ella constituirá una estación relé para futuros instrumentos astronómicos orbitales que permitirán aumentar y renovar nuestros conocimientos sobre el Universo.

La N.A.S.A. fomenta el recurso a la automatización y a la robótica a bordo de la estación. Actualmente está desarrollando un dispositivo telerrobótico embarcado, llamado Flight Telerobotic Servicer (F.T.S.), que ayudará a montar, mantener y reparar la estación, reduciendo así las necesidades de actividades extravehiculares difíciles. La puesta en marcha de estas técnicas debería hacer progresar el desarrollo de sistemas robóticos análogos sobre la Tierra y los procesos de automatización.

Una de las misiones de la estación será también la reparación y el mantenimiento de satélites: desde la estación será posible visitar y recoger satélites a bordo por medio de vehículos de maniobra orbital O.M.V. (Orbital Maneuvering Vehicle). Este vehículo permite considerar el mantenimiento, el aprovisionamiento, la reparación, así como la evolución y la puesta al día del parque de satélites existentes, y esto durante muchos años en el futuro. Con relación al transbordador, el O.M.V. ofrece retrasos de intervención mucho menores, ya que, al poder traer el satélite a la misma estación, la intervención puede hacerse en condiciones controladas, en un taller donde los técnicos tendrán el tiempo y las herramientas necesarios para un trabajo preciso. Además del S.M.M. (Solar Maximum Mission), actualmente está previsto intervenir:

-en el telescopio espacial Hubble, por otra parte concebido para el mantenimiento y modificación en órbita durante dos décadas futuras

-en el observatorio de rayos G.R.O. (Gamma Ray Observatory), para su aprovisionamiento de combustible y el reemplazo de su módulo de energía eléctrica y de gestión de datos

-en el Spartan, para el suministro de propulsores y el reemplazo de sus instrumentos científicos

-finalmente, en el telescopio de rayos infrarrojos S.I.R.T.F. (Space InfraRed Telescope Facility) y el sistema de estudios de astrofísica por medio de rayos X, para el aprovisionamiento de sus sistemas criogénicos, la carga de baterías, y el cambio o la eventual reparación de los sistemas electrónicos. Para efectuar estas operaciones y reparaciones a bordo de la estación, el conjunto del material disponible estará constituido por una nave-taller, un «banco» de control en uno de los módulos presurizados, un sistema de manipulación y de transporte M.S.C. (Mobile Servicing Centre), el O.M.V., herramientas standard, equipos de soporte E.V.A., y un sistema telerrobótico multibrazo. La nave estará instalada en el interior de la estructura rectangular principal, por encima de los módulos tripulados. Ésta constituirá un recinto no presurizado que podrá abrirse al espacio por medio de muros tipo cortina, y que medirá 27.3 m de largo por 10.6 m de ancho.

La cooperación internacional.

Quando el presidente Reagan anunció la intención de Estados Unidos de llevar adelante la construcción de una estación espacial, reconoció que debería ser una empresa internacional, pero que la ausencia de esta participación internacional no impediría que Estados Unidos mantuviera su intención de proseguir el desarrollo de esta estación. Ésta debería constituir un ejemplo de lo que pueden realizar los pueblos libres y los gobiernos democráticos en colaboración. La cooperación internacional, por otra parte, fue el

signo distintivo de numerosos programas de la N.A.S.A.

Estados Unidos busca, para la construcción de la estación orbital internacional, socios que acepten a la vez hacer inversiones importantes en el programa y se comprometan a largo plazo a usar las instalaciones de la estación y a asegurar su sostén. Las negociaciones se llevan a cabo con Canadá, la Agencia Espacial Europea (E.S.A.) y Japón (N.A.D.S.A.), para llegar a acuerdos entre agencias que se refieren a la concepción en detalle, al desarrollo y a las fases operacionales. La N.A.S.A. dirige, en nombre de Estados Unidos, la negociación de estos acuerdos. Simultáneamente, Estados Unidos, bajo el impulso del Departamento de Estado, lleva las negociaciones a nivel gubernamental con los gobiernos de Canadá, de Japón y de Estados miembros de la E.S.A. que participan en el programa Columbus, referentes a las fases operacionales.

Se espera que los acuerdos entre agencias se refieran principalmente a los mecanismos de planificación y de gestión para la puesta en marcha del programa y que los acuerdos entre gobiernos se centren sobre las responsabilidades políticas y desarrollen el marco legal según el cual se llevará adelante el programa.

El objetivo es disponer de un período suficiente para la aprobación de las diversas disposiciones en el interior de cada país y de la firma oficial de los acuerdos, antes del lanzamiento de los contratos de desarrollo del material. La N.A.S.A. ha incluido los materiales proporcionados por cada país en la configuración básica, es decir: un módulo laboratorio Columbus y una plataforma polar par la Agencia Europea del Espacio, un módulo laboratorio, el J.E.M. (Japanese Experiment Module) para Japón, un módulo observatorio expuesto al espacio, el E.F. (Exposed Facility), dotado de un brazo manipulador, y un móvil de servicio, el

M.S.C. (Mobile Servicing Centre), para Canadá.

La estación espacial es una empresa común donde los investigadores del mundo entero utilizarán los recursos de la estación para hacer nuevos descubrimientos en innumerables disciplinas.

Se han aportado varias modificaciones a la gestión del programa de la estación espacial. La nueva organización se desvía de las de los programas históricos de la N.A.S.A. El cambio más importante es el reforzamiento de la autoridad de la Office of Space Station (Level I), en el cuartel general de la N.A.S.A., para definir y permitir el respeto de los puntos claves y los controles de gestión, a lo largo de la planificación y ejecución de las diferentes fases de la elaboración de la estación.

Así, la Office of Space Station (Level I) es responsable ante el cuartel general de la N.A.S.A., en Washington, así como ante los otros socios, de toda la puesta en marcha del programa, desde el estado de concepción al de la realización. Con el fin de institucionalizar el nuevo papel del Level I y su extensión al programa de la estación espacial, se ha creado un nuevo organismo, el Space Station Programme Office (Level II). A esta

nueva instancia se le ha encargado la dirección del programa. El director del Level II es también administrador asociado adjunto para el desarrollo en el seno del Level I. Esta nueva asociación refuerza las ligaduras y la autoridad jerárquica en todos los escalones del programa.

Las actividades del Level II engloban la gestión y el desarrollo del programa, la ingeniería, el análisis y la integración de los sistemas, las capacidades de producción, la evaluación de los elementos del programa, sus necesidades en aprovisionamientos y, finalmente, la ejecución y el control del presupuesto. Uno de los papeles claves del Level II consistirá en descubrir las debilidades del programa antes de que éstas se transformen en críticas.

La estación espacial constituye un elemento decisivo para conservar el liderazgo en la exploración y la utilización del espacio durante el siglo XXI y más allá. Así como la electricidad ha superado la barrera y el temor a la oscuridad, la estación espacial será un faro para los conocimientos y los descubrimientos, favoreciendo los progresos científicos y tecnológicos del mañana.

Basado en un artículo de Terence T. FINN y Noah RIFKIN.

